

**(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING A THREAD WITH A VARIABLE PROFILE AND PREFERRED APPLICATION OF THE PROCESS**

**(57) Abstract**

### (57) Zusammenfassung

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Verfahren zur Herstellung eines Gewindes mit veränderlich modifizierbarem Gewindeprofil und bevorzugte Anwendung des Verfahrens.

Die Erfindung betrifft ein spezielles Verfahren für die spanende Herstellung von Gewinden, bei welchen mindestens in einem Teilbereich ihrer Erstreckung die mehr oder weniger gleitende Beeinflussung bzw. Korrektur des Gewindeprofils erwünscht ist. Eine derartige Gestaltung kann für bestimmte Anwendungen vorteilhaft sein. Eine solche bevorzugte Anwendung des Verfahrens wird vorgeschlagen.

Gewinde sind als konstruktive Elemente des allgemeinen Maschinenbaus weit verbreitet. Gewöhnlich sind Gewinde zylinderförmig gestaltet, daneben sind auch konische Gewinde z.B. für Ölfeldrohre verbreitet. Eine große Anzahl verschiedener Gewindeprofile sind bekannt und in Normen festgelegt. Üblicherweise ist das Gewindeprofil an einem Werkstück unveränderlich, das heißt, daß das Gewindeprofil am Gewindeanfang identisch mit dem am Gewindeende ist. Es sind jedoch Ausnahmen vorstellbar, bei denen eine zumindest in einem Teilbereich des Gewindes fließend sich ändernde Formgestalt des aus Gewinderille und Gewindezahn gebildeten Gewindeprofils von Vorteil sein könnte, z.B. um das Einführen eines Schraubengewindes in ein Mutterngewinde zu erleichtern.

Besondere geometrische Verhältnisse in Bezug auf das Gewinde bestehen jedoch vor allem bei Gewinden auf gekrümmten Flächen, wie sie insbesondere bei einschraubbaren künstlichen Hüftgelenkpfan-

- 2 -

nen vorkommen. Hier sind hinsichtlich der Mantelform des Schalenkörpers z.B. hypo-, hemi- oder hypersphärische, konisch-sphärische, parabolische, toroidische, elliptische und ähnliche Geometrien bekannt. Bei spanenden Herstellungsverfahren für die Gewinde derartiger Schraubpfannen ergeben sich teilweise zwangsläufig fließend sich verändernde Verzerrungen des Gewindeprofils, welche in den meisten Fällen weder beabsichtigt noch erwünscht sind. Insbesondere bei der Benutzung von Gewindezähnen mit unsymmetrischen Flankenwinkeln ergibt sich das Phänomen, daß je nach Kipprichtung des resultierenden Gewindezahns die Zahnhöhe vom Pfannenäquator in Richtung zum Pfannenpol hin fließend zu- bzw. abnimmt, woraus sich dann am polnahen Gewindeanfang entweder viel zu große oder nahezu verkümmerte Gewindezähne ergeben. Im ersten Fall führen die extrem großen Gewindezähne dazu, daß zum Einschrauben der Pfanne sehr große Kräfte erforderlich werden, bzw. das Implantat nicht bis zum vollständigen Knochenkontakt eingeschraubt werden kann. Im zweiten Fall wird lediglich eine sehr dürftige Primärfixation zu erreichen sein. In beiden Fällen besteht die Gefahr des Auslockerns des Implantats, welche als Konsequenz eine nochmalige Operation des Patienten bedeuten würde.

Es bestand daher die Aufgabe zur Schaffung einer spanend herstellbaren Hüftgelenkpfanne mit einem auf der gekrümmten Mantelfläche liegenden Gewinde mit unsymmetrischen Flankenwinkeln des Gewindezahns und einer entlang der Gewindeerstreckung anpaßbaren Gewindezahnhöhe, sowie eines Verfahrens zur Herstellung solch eines speziellen Gewindes für diese und andere Anwendungen.

Die Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, daß die Gewinderille eines auf einer gekrümmten Mantelfläche liegenden Gewindes in mindestens zwei streifenförmige Teilflächen unterschiedlicher Steigung so aufgegliedert wird, daß sich die in der radialen Projektion gemessene Breite des Gewindegrundes entlang der Erstreckung des Gewindes fließend in der Weise ändert, daß die jeweils resultierende Gewindezahnhöhe der konstruktiven Vorgabe angepaßt ist. Mit der Erfindung wird ferner ein Verfahren zur Herstellung solch eines speziellen Gewindes zur Verfügung

**ERSATZBLATT**

gestellt.

Dabei wird vorgeschlagen, die Gewinderille entlang der gleichen Kontur in dem zur Anpassung des Gewindeprofils vorgesehenen Bereich mindestens in zwei Herstellungsgängen mit mindestens zwei unterschiedlichen Steigungen zu bearbeiten. Dazu können wahlweise entweder das selbe Werkzeug oder zwei bzw. mehrere unterschiedliche Werkzeuge Verwendung finden. Soll nur ein Werkzeug eingesetzt werden, so müssen seine beiden Flanken der Formgestalt der beiden Gewindeflanken entsprechen. Die Erfindung eröffnet hier die Wahlmöglichkeit entweder ein Werkzeug zu verwenden, welches in seinem Profil dem Profil der Gewinderille an ihrer engsten Stelle entspricht, oder ein Werkzeug, welches generell schmaler als die Gewinderille ist. Im zweiten Fall wird vorgeschlagen, für den Gewindeschnitt neben der Benutzung von mindestens zwei unterschiedlichen Steigungen für die Bearbeitungsgänge zusätzlich einen entsprechend angepaßten Offset-Wert einzubeziehen, um den Unterschied zwischen Werkzeug- und Gewinderillenbreite auszugleichen. Diese Vorgehensweise ist besonders vorteilhaft, weil damit z.B. eine kleinere Spitzenverrundung des Bearbeitungswerkzeugs ermöglicht wird. Dadurch kann der Gewindegrund feiner aufgelöst und der angestrebten gekrümmten Mantelfläche besser angepaßt werden.

Mit der Erfindung wird ferner die Wahlmöglichkeit angeboten, die Gewindebearbeitung mit mehr als zwei Herstellungsgängen, bzw. mit zwei oder mehreren Werkzeugen durchzuführen. Werden z.B. drei Herstellungsgänge angewandt, so wird empfohlen, bei einem der Herstellungsgänge im wesentlichen die eine Seite der Gewinderille, bei einem weiteren im wesentlichen die andere Seite der Gewinderille, und bei einem dritten Herstellungsgang im wesentlichen den Gewindegrund zu bearbeiten. Dabei wird für die die Seiten der Gewinderille und die jeweiligen Flanken der Gewindezähne schneidenden Werkzeuge der Maximal- bzw. Minimalwert der Steigung benutzt, während vorgeschlagen wird, für das im wesentlichen die Mitte des Gewindegrundes schneidende Werkzeug eine zwischen diesen beiden Werten liegende Steigung zu benutzen. Mit steigender Zahl der Bearbeitungsgänge bzw. Werkzeuge ist es so bei entspre-

- 4 -

chend kleiner Verrundung der jeweiligen Werkzeugspitze möglich, eine ungünstig grobe Verrundung des Gewindezahnfußes zu vermeiden und eine noch bessere Anpassung des Gewindegrundes an die angestrebte Kontur zu erzielen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist auf verschiedenen Maschinen mittels unterschiedlicher Zerspanungstechniken anwendbar, z.B. mittels Drehen, Drehfräsen oder Fräsen. Beim Gewindedrehen ist es üblich, die Gewinderille in mehreren Durchgängen mittels eines Drehmeißels zu bearbeiten. Der Herstellungsgang wird dann als Gewindeschneidzyklus bezeichnet. Bei einem einzigen Durchgang wird nur wenig Material abgetragen, dafür kann jedoch mit hohen Vorschüben gearbeitet werden. Demgegenüber kann ein Herstellungsgang beim Gewindefräsen aus einem einzigen Durchlauf bestehen, wofür sich jedoch aufgrund des erforderlichen kleinen Vorschubs in der Regel ein im Vergleich zum Drehen etwas höherer Zeitaufwand ergibt. Für das Schneiden des erfindungsgemäßen Gewindes sind moderne rechnergesteuerte Maschinen, sogenannte CNC-Maschinen, erforderlich. Im entsprechenden CNC-Programm muß die von dem jeweiligen Werkzeug relativ zum Werkstück zu beschreibende Bahn abgelegt sein. Im Programm ist ferner die beim Schneiden für den jeweiligen Herstellungsgang zu berücksichtigende unterschiedliche Steigung anzugeben. Zur Synchronisation der Herstellungsgänge bzw. Werkzeuge ist es erforderlich, die unterschiedlichen Startpunkte für die einzelnen Herstellungsgänge bzw. Schneidzyklen genau zu berechnen.

Die Berechnung zweier solcher Startpunkte soll anhand eines Beispiels für die drehtechnische Herstellung erklärt werden. Ein auf einer gekrümmten Mantelfläche zu schneidendes Gewinde soll sich von  $z_3 = -8$  bis  $z_4 = -27$  erstrecken. Es wird für ein Werkzeug A eine zu fahrende Steigung  $s_1$  von 4 mm angenommen. Aufgrund der erforderlichen Synschronisationsstrecke (üblicherweise 2 x Gewindesteigung) von 8 mm wird der Startpunkt für den Gewindeschneidzyklus mit  $z_2 = 0$  festgelegt, während der Endpunkt auf  $z_4 = -27$  verbleibt. Es ergibt sich so ein Verfahrensweg in  $z$  von 27 mm. Zur Erzielung einer bestimmten fließenden Anpassung der Gewindezahn-

**ERSATZBLATT**

- 5 -

höhe wurde für ein zweites Werkzeug B die zu berücksichtigende Steigung  $s_2$  auf 4,2 mm festgelegt. Am Punkt  $z_4 = -27$  sollen beide Werkzeuge synchron stehen. Der Startpunkt  $z_1$  für das Werkzeug B errechnet sich dann wie folgt:

$$z_1 = \frac{[z_2 - z_4] \cdot s_2}{s_1} + z_4$$

$$z_1 = \frac{[0 - (-27)] \cdot 4,2}{4} + (-27)$$

$$z_1 = + 1,35$$

=====

Im Falle der Benutzung eines Offset-Wertes für den axialen Parallelverschub eines einzigen Werkzeugs oder bei einer in keinem Punkt des Gewindes deckungsgleichen Position zweier Werkzeuge ist dieser Offset-Wert mit dem gemäß obiger Formel ermittelten z-Wert für den Startpunkt zu verrechnen.

Als besonders vorteilhaft wird vorgeschlagen, das oben näher erläuterte Verfahren zur Herstellung eines Gewindes mit veränderlich modifizierbarem Gewindeprofil mit einem vom Anmelder bereits zum Patent beantragten Verfahren zur Anpassung des Gewindegrundes an gekrümmte Flächen zu kombinieren. In der genannten Anmeldung (Europäische Patentanmeldung 91250274.7, Veröffentlichungsnummer 0 480 551 A1) wird ein Verfahren vorgestellt, mit welchem der Gewindegrund einem gekrümmten Verlauf nahezu perfekt anpaßbar ist, indem für die Herstellung Schneidwerkzeuge mit in Bezug auf den Gewindegrund unterschiedlichen Stirnwinkeln verwendet werden. Diese werden auf unterschiedlichen Bahnen, jedoch mit gleicher Steigung relativ zum Werkstück bewegt. Bei unterschiedlichen (unsymmetrischen) Zahnflankenwinkeln sind die dann normalerweise fließend sich ändernden Zahnhöhen derartiger Gewinde dadurch auf die angestrebten Werte korrigierbar, daß die einzelnen Werkzeuge zusätzlich mit unterschiedlichen Steigungen relativ zum Werkstück verfahren werden.

**ERSATZBLATT**

- 6 -

Eine besondere Variante des hiermit vorgeschlagenen Verfahrens besteht darin, die Gewinderille einer derartigen einschraubbaren Hüftgelenkpfanne nacheinander unter Benutzung eines Offsets und verschiedener Steigungen mittels eines oder mehrerer Werkzeuge so abzufahren, daß in der Mitte des Gewindegrundes zwischen den Gewindezähnen üblicher Höhe (z.B. zwischen 2,5 und 3,5 mm Höhe) ein weiterer sehr kleiner Gewindezahn (z.B. mit einer Höhe zwischen 0,2 und 1,5 mm, vorzugsweise zwischen 0,3 und 1,0 mm) gebildet wird. Diese Art der Bearbeitung dient der Schaffung eines Mikro-Makro-Gewindes auf dem Schraubpfannenmantel, wobei die normal großen Makrozähne im wesentlichen der Primärfixation, und die kleinen Mikro-~~zähne~~ im wesentlichen der Oberflächenvergrößerung und damit der Sekundärfixation dienen. Anhand der Festlegung der geometrischen Schnittbedingungen aus der Zahl der Bearbeitungsdurchläufe und deren jeweiligen Offset- bzw. Steigungswerten ist für solch ein Mikro-Makro-Gewinde festlegbar, inwieweit die Zahnhöhen sowohl der Makro- als auch der Mikro-~~zähne~~ entweder beibehalten oder fließend über die Kontur verändert werden sollen. Mit dem vorgeschlagenen Mikro-Makro-Gewinde wird eine sehr zuverlässige Verankerung des Implantats in der Knochenstruktur erzielt, weil dabei der Vorteil einer größeren Gewindesteigung und der sich daraus ergebenden sehr großzügigen Breite und hohen Belastbarkeit der in den Gewinderillen stehenden Knochenstruktur mit dem Vorteil einer Oberflächenvergrößerung und der damit verbundenen Herabsetzung der spezifischen Grenzflächenbeanspruchung zwischen Implantat und Knochenstruktur in günstiger Weise verbunden ist.

Zum besseren Verständnis soll die Erfindung nachfolgend anhand der vier Zeichnungsfiguren näher erläutert werden.

Fig.1 zeigt in einer geschnitten und halbseitig gezeichneten Darstellung ein etwas vereinfachtes Ausführungsbeispiel einer künstlichen hemisphärischen Hüftgelenkpfanne mittlerer Größe mit einem konventionell hergestellten Schraubgewinde in einem Maßstab von ungefähr 2,5 : 1. Dabei wurde für die Gewindesteigung ein Wert von 4 mm gewählt. Die Gewindezähne wurden leicht überhöht darge-



stellt, um die Details besser sichtbar machen zu können. Die Hüftgelenkpfanne (1) ist mit einem Bodenloch (2) versehen. Ihre innere Kontur gliedert sich in einen Kugelabschnitt (3) und einen zylindrischen Bereich (4) auf. Die sechs Gewindezähne (5, 6, 7, 8, 9 und 10) besitzen ein unsymmetrisches Profil. Ihre zum Pol der Pfanne zeigende Flanke weist einen Winkel von  $0^\circ$ , und ihre zum Äquator der Pfanne zeigende Flanke einen solchen von  $20^\circ$  auf. Dadurch ergibt sich ein Kippwinkel der Gewindezähne von  $10^\circ$  in Richtung zum Pfannenpol. Diese Kipprichtung der Gewindezähne erscheint für die angestrebte Verwendung bei einer Hüftgelenkpfanne besonders günstig, weil sich dadurch aufgrund der vorgegebenen Belastungsrichtung bessere Krafteinleitungsverhältnisse in das menschliche Becken erzielen lassen. Da das Gewinde mit nur einem Werkzeug und mit konstanter Steigung auf herkömmliche Weise geschnitten wurde, ist der Gewindegrund (11) in Äquaturnähe mit dem Gewindegrund (12) in Polnähe identisch. Aus dem Kippwinkel der Gewindezähne und dem benutzten Herstellungsverfahren für das Gewinde resultiert eine fließende Veränderung der Gewindezahnhöhe. Es ist gut zu erkennen, daß die radial gemessene Gewindezahnhöhe  $h_2$  in Polnähe etwa doppelt so groß ist, wie die Gewindezahnhöhe  $h_1$  in Äquaturnähe. Obwohl fließende Zu- oder Abnahmen der Gewindezahnhöhen bis zu einem gewissen Grad besonders bei Hüftgelenkpfannen durchaus gewollt sein können und dafür auch verschiedene Argumente ins Feld geführt werden, so ist doch eine solch starke Vergrößerung der Gewindezahnhöhe ausgesprochen nachteilig, weil damit unnötig tief in das Knochenmaterial eingegriffen wird. Derart große Gewindezähne am polnahen Gewindeanschnitt führen ferner insbesondere bei selbstschneidenden Schraubpfannen zu sehr hohen Einschraubkräften, da sich in dem Bereich des abrupten Anstiegs der Gewindezahnhöhe am Gewindebeginn die Zerspanungsarbeit beim Einschrauben in das Becken auf nur wenige Schneidkanten verteilt. Dadurch kann das Einbringen der Hüftgelenkpfanne bis zum vollständigen Knochenkontakt in Frage gestellt sein.

Fig. 2 zeigt in einer mit Fig. 1 identischen Darstellungsweise das vereinfachte und leicht verzerrte Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Hüftgelenkpfanne mit Schraubgewinde. Die gezeigte

- 8 -

Hüftgelenkpfanne (13) entspricht mit ihrem Bodenloch (14), ihrer inneren Kontur aus Kugelabschnitt (15) und zylinderförmigem Bereich (16) sowie der Zahl ihrer Gewindezähne jener aus Fig.1. Sowohl der äquaturnahe Gewindezahn (17) mit seiner Form und dem Betrag seiner Höhe  $h_1$ , als auch der Gewindegrund (23) der benachbarten Gewinderille sind identisch mit dem entsprechenden Gewindezahn (5) bzw. dem benachbarten Gewindegrund (11) aus Fig.1. Aufgrund der erfindungsgemäßen Bearbeitung des Gewindes mittels zweier Herstellungsgänge mit unterschiedlicher Steigung, wobei die mit  $0^\circ$  gezeichnete Flanke des Gewindezahns wie zuvor mit einer Steigung von 4 mm, jedoch abweichend davon die mit  $20^\circ$  gezeichnete Flanke des Gewindes mit einer Steigung von etwa 4,16 mm geschnitten ist, wird nunmehr für den polnahen Gewindezahn (22) eine radial gemessene Zahnhöhe  $h_3$  realisiert, welche der Zahnhöhe  $h_1$  des äquatornahen Zahns (17) entspricht. Es fällt auch auf, daß der Gewindegrund der polnahen Gewinderille (24) jetzt insgesamt breiter ist als der äquaturnahe Gewindegrund (23) und einen von diesem abweichenden und besser dem Kugelmantel der Pfannenschale nahe kommenden Verlauf angenommen hat. Im Gewindegrund der polnahen Gewinderille (24) ist eine leicht außermittig liegende Kante (25) schwach angedeutet, welche sich aufgrund der erfindungsgemäßen Bearbeitungsweise längs der Gewinderille erstreckt und sich in ihrem abgewickelten Verlauf in Richtung zum Pfannenäquator langsam ausdünn. Die maximale Höhe dieser Erhebung ist abhängig von der Geometrie bzw. Verrundung der verwendeten Werkzeugschneide, und damit durch entsprechende Auswahl an die konstruktiven Vorgaben für die Gestaltung des Gewindegrundes anpaßbar.

Das Beispiel einer besonderen Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig.3 in Form einer parasphärischen Schraubpfanne mit Mikro-Makro-Gewinde dargestellt. Die Zeichnungsfigur zeigt in der schon aus den vorangehenden Figuren her bekannten Weise das Schnittbild einer Schraubpfanne (26) mit Bodenloch (27), deren Innenraum aus einem Kugelabschnitt (28) mit einem sich anschließenden zylindrischen Bereich (29) gebildet ist. Die Schraubpfanne ist auf ihrem Mantel mit einem Makrogewinde ausgerüstet, von wel-

**ERSATZBLATT**

chem sich im Schnittbild sechs Zähne (30,31,32,33,34,35) ergeben. Abweichend von der Formgestalt einer Sphäre ist bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel mittels des Gewindegrundes eine parasphärische Kontur realisiert, welche vor allem im Bereich nach dem polseitigen Gewindeanfang mit einer stärkeren Einschnürung gegenüber einem sphärischen Mantel versehen wurde, um hier Platz für die beim Eindrehen in das knöcherne Lager anfallenden Knochenspäne zu schaffen. In der dem Pfannenrand nahen Gewinderille (38) ist ein nicht sehr hoher Zahn (36) des etwa mittig in der Gewinderille umlaufenden Mikrogewindes zu erkennen. In der polnahen Gewinderille (39) hat der Zahn (37) des Mikrogewindes an Höhe zugenommen. Die stärkere Höhenzunahme des Mikrozahns bei nur leicht ansteigender radialer Höhe des Makrozahns resultiert aus der Bearbeitung mittels eines einzigen Werkzeugs, wobei in zwei Bearbeitungsdurchgängen zwei verschiedene Steigungen und ein gegenseitiger Offset-Wert zur Anwendung gekommen ist. Das Verfahren bietet generell die Möglichkeit, die Zahl der Bearbeitungsgänge unterschiedlicher Steigung und/oder gegenseitiger Offset-Werte, bzw. die Steigungsdifferenzen selbst, zu erhöhen, bzw. anzupassen, um das geometrische Zerspanungsergebnis zu beeinflussen. Damit könnte z.B. ohne weiteres das Mikrogewinde auf eine gleichbleibende Zahnhöhe eingestellt werden.

Auch das in Figur 4 gezeigte Ausführungsbeispiel schließt sich in der gewählten Darstellungsform den zuvor gezeigten Figuren an. Es handelt sich dabei um eine hemisphärische Schraubpfanne (40), deren Kugelmantel durch Benutzung eines aus der Europäischen Patentanmeldung 91250274.7 bekannten Verfahrens für die Gewindeherstellung mittels Verwendung von fünf verschiedenen Schneidwerkzeugen mit den einzelnen Stirnkantenwinkeln von 2°, 14°, 25°, 35° und 44° nahezu perfekt nachgebildet wurde. Sowohl in der nahe dem Pfannenrand liegenden Gewinderille (52) als auch in der polnahen Gewinderille (53) ist die angestrebte gekrümmte Kontur derart sauber nachgebildet, daß die mit dem Verfahren zwangsläufig sich ergebenden Dachkanten (50) bzw. (51) kaum sichtbar sind. Das genannte Verfahren wurde für das gezeigte Ausführungsbeispiel mit dem hiermit zum Patent angemeldeten Verfahren kombiniert, um die

- 10 -

um  $10^\circ$  in Polrichtung geneigten Gewindezähne in ihrer Höhe zu beeinflussen. Dabei wurden die jeweiligen Steigungen für die fünf verschiedenen Schneidwerkzeuge so gewählt, daß das die polseitige Gewindeflanke schneidende Werkzeug mit der kleinsten, bzw. das die zum Pfannenrand zeigende Gewindeflanke schneidende Werkzeug mit der größten Steigung verfahren wurde. Der Steigungsunterschied zwischen der kleinsten und der größten Steigung wurde so festgelegt, daß die radial gemessene Gewindezahnhöhe  $h_1$  des Gewindezahns (44) über die Gewindezähne (45,46,47,48) bis zum Gewindezahn (49) auf einen leicht erhöhten Wert  $h_4$  ansteigt, wobei dieser Anstieg wiederum daraus resultiert, daß versucht wurde, die mit einem Winkel von  $20^\circ$  geschnittene Flanke des Gewindezahns auf eine in etwa einheitliche Länge zu bringen. Im übrigen entspricht die Schraubpfanne mit ihrem Bodenloch (41) und ihrer aus Kugelabschnitt (42) und Zylinder (43) zusammengesetzten inneren Kontur den zuvor gezeigten Ausführungsbeispielen.

Aus dem letzten Ausführungsbeispiel ist zu sehen, daß das erfindungsgemäße Verfahren nicht darauf beschränkt ist, über den gesamten Erstreckungsbereich des Gewindes eine einheitliche Gewindezahnhöhe zu realisieren. Im Gegenteil eröffnet es dadurch zahlreiche Variationsmöglichkeiten, daß entweder durch entsprechende Festlegung der zur Anwendung kommenden unterschiedlichen Gewindesteigungen exakt bestimmbare Zu- oder Abnahmen der Gewindezahnhöhen verwirklicht werden können, oder diese Modifikationen partiell in Teilbereichen der Gewindeerstreckung bzw. auch gleitend mittels der Programmierung einer kontinuierlich sich ändernden Steigung einbringbar sind. Damit wird mit der Erfindung ein sehr flexibel einsetzbares Mittel für die optimale Anpaßbarkeit von Spezialgewinden, insbesondere von gekrümmten Spezialgewinden, zur Verfügung gestellt.

**ERSATZBLATT**

Patentansprüche

01. Verfahren zur spanenden Herstellung eines Gewindes mit sich mindestens in einem Teilbereich im wesentlichen kontinuierlich veränderndem Gewindeprofil, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewinde mindestens in diesem Teilbereich mit dem gleichen Werkzeug mindestens zweimal bearbeitet wird und für diese mindestens zwei Bearbeitungsgänge bzw. -zyklen zwei unterschiedliche Steigungen benutzt werden.

02. Verfahren zur spanenden Herstellung eines Gewindes mit sich mindestens in einem Teilbereich im wesentlichen kontinuierlich veränderndem Gewindeprofil, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewinde mindestens in diesem Teilbereich mit mindestens zwei verschiedenen Werkzeugen bearbeitet wird, wobei das eine Werkzeug im wesentlichen die eine Flanke des Gewindezahns sowie einen Teil des benachbarten Gewindegrundes, bzw. ein anderes Werkzeug im wesentlichen die andere Flanke des Gewindezahns sowie einen Teil des dieser anderen Flanke benachbarten Gewindegrundes schneidet, und für die Bearbeitungsgänge bzw. -zyklen des einen Werkzeugs eine andere Steigung benutzt wird als für die Bearbeitungsgänge bzw. -zyklen des anderen Werkzeugs.

- 12 -

03. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewinde in dem genannten Teilbereich mit drei verschiedenen Werkzeugen bearbeitet wird, wovon mit dem dritten Werkzeug im wesentlichen die Mitte des Gewindegrundes bearbeitet wird, und für die Bearbeitungsgänge bzw. -zyklen dieses dritten Werkzeugs eine Steigung benutzt wird, welche zwischen den für die beiden anderen Werkzeuge benutzten Steigungen liegt.

04. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß für mindestens zwei Bearbeitungsgänge des Gewindes wahlweise für das selbe Werkzeug oder mindestens zwei verschiedene Werkzeuge ein Offset-Wert benutzt wird, um einen gegenseitigen Versatz in der z-Achse zu bewirken.

05. Verfahren zur spanenden Herstellung eines Gewindes auf einer gekrümmten Mantelfläche mit sich mindestens in einem Teilbereich im wesentlichen kontinuierlich veränderndem Gewindeprofil, wobei das Gewinde mit verschiedenen Werkzeugen mit in Bezug auf den Gewindegrund unterschiedlicher Schneidkantengeometrie auf unterschiedlichen Bahnen so bearbeitet wird, daß die den Gewindegrund bildenden Teilflächen den Oberflächenverlauf der von der Pfannenschale gebildeten gekrümmten Mantelfläche möglichst weitgehend angeglichen ist, dadurch gekennzeichnet, daß für die Bearbeitungsgänge bzw. -zyklen der verschiedenen Werkzeuge bei der Gewindebearbeitung unterschiedliche Steigungen benutzt werden.

06. Verfahren zur spanenden Herstellung eines Gewindes auf einer Hüftgelenkpfanne mit gekrümmter äußerer Kontur (z.B. konisch-sphärisch, hyper-, hemi-, hypo- oder parasphärisch, parabolisch, elliptisch, toroidisch oder dergleichen), wobei der Gewindezahn in Richtung zum Pfannenpol hin gekippt ist, dadurch gekennzeichnet, daß für die Bearbeitungsgänge bzw. -zyklen desjenigen Werkzeugs, welches die polseitige Flanke des Gewindezahns schneidet, eine kleinere Steigung benutzt wird, als für die Bearbeitungsgänge bzw. -zyklen desjenigen Werkzeugs, welches die gegenüberliegende zum Pfannenrand zeigende Flanke des Gewindezahns schneidet.

- 13 -

07. Einschraubbare Hüftgelenkpfanne mit gekrümmter äußerer Kontur (z.B. konisch-sphärisch, hyper-, hemi-, hypo- oder parasphärisch, parabolisch, elliptisch, toroidisch oder dergleichen), welche mit einem vorzugsweise selbstschneidenden Gewinde zur zementfreien Verankerung im Acetabulum versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens in einem Teilbereich des Gewindes die rechte Flanke des Gewindezahns und der sich anschließende Bereich des Gewindegrundes, bzw. die linke Flanke des Gewindezahns und der sich dieser linken Flanke anschließende Bereich des Gewindegrundes in mindestens zwei separaten Bearbeitungsgängen bzw. -zyklen so bearbeitet sind, daß der Gewindegrund in seiner Abwicklung in mindestens zwei streifenförmige Teilflächen unterschiedlicher Steigung aufgegliedert ist.

08. Einschraubbare Hüftgelenkpfanne gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die in der radialen Projektion gemessene axiale Breite des Gewindegrundes entlang der Erstreckung des Gewindes vom Pfannenpol zum Pfannenrand hin sich fließend ändert.

09. Einschraubbare Hüftgelenkpfanne gemäß Ansprüchen 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß in der Mitte des zwischen zwei größeren Gewindezähnen (Makrozähnen) gebildeten Gewindegrundes ein weiterer Gewindezahn (Mikrozahn) gebildet ist, welcher wesentlich kleiner, vorzugsweise um mindestens 50% kleiner ist, als der größere Gewindezahn (Makrozahn).

10. Einschraubbare Hüftgelenkpfanne mit gekrümmter äußerer Kontur (z.B. konisch-sphärisch, hyper-, hemi-, hypo- oder parasphärisch, parabolisch, elliptisch, toroidisch oder dergleichen), welche mit einem vorzugsweise selbstschneidenden Gewinde zur zementfreien Verankerung im Acetabulum versehen ist, wobei der Gewindegrund in seiner Abwicklung durch winkelmäßig in Stufen aufgelöste, parallel zueinander und schräg zur Abwicklung des Gewindegrundes verlaufende streifenförmige Teilflächen der gekrümmten Mantelfläche der Hüftgelenkpfanne weitestgehend angeglichen ist und das Profil des Gewindezahns eine Neigung in Richtung zum Pol der Hüftgelenkpfanne hin besitzt, dadurch gekennzeichnet, daß die

- 14 -

in der radialen Projektion gemessene axiale Breite des Gewindegrundes entlang der Erstreckung des Gewindes vom Pfannenpol zum Pfannenrand hin fließend abnimmt und die entlang der in Richtung zum Pfannenpol zeigenden Gewindezahnflanke verlaufende streifenförmige Teilfläche des Gewindegrundes eine kleinere Steigung besitzt als die entlang der in Richtung zum Pfannenrand zeigenden Gewindezahnflanke verlaufende streifenförmige Teilfläche des Gewindegrundes.

**ERSATZBLATT**



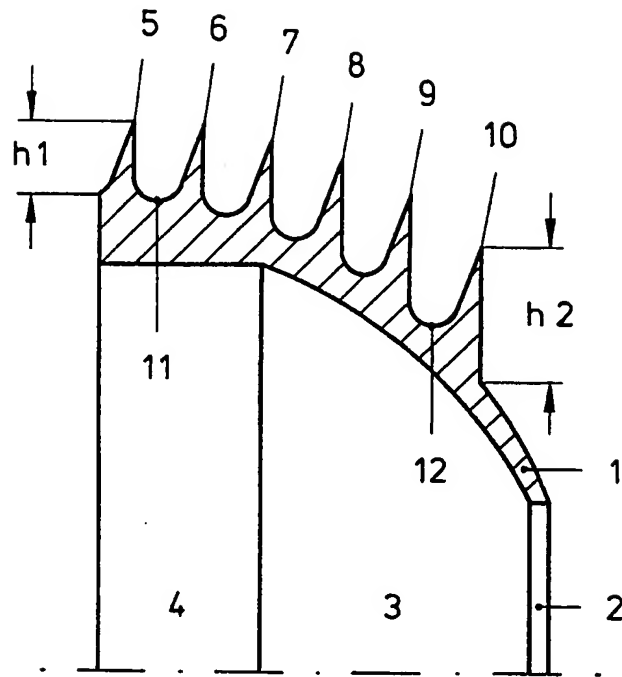


Fig. 1

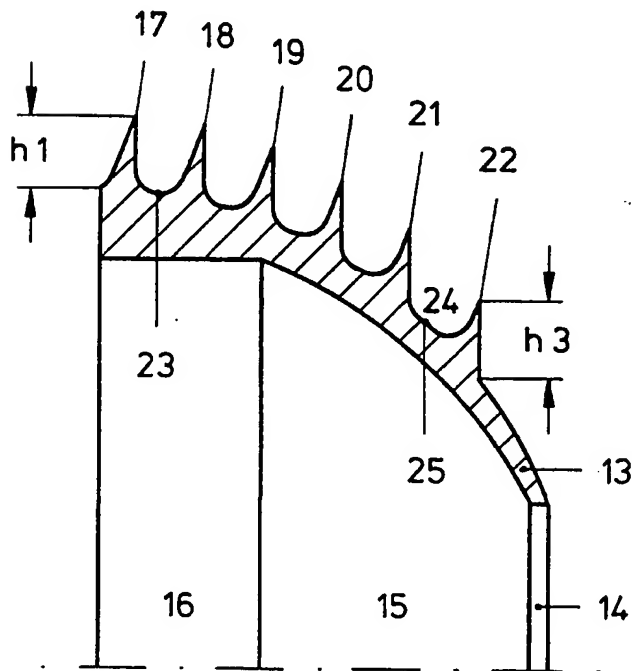


Fig. 2

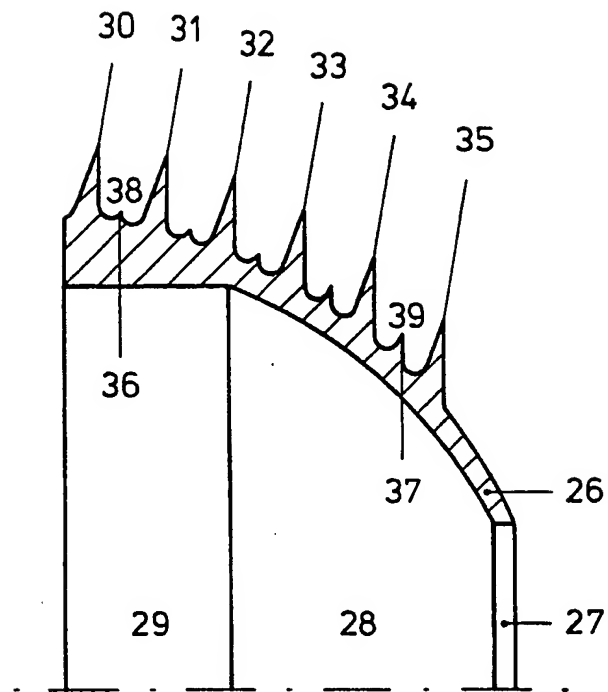


Fig. 3

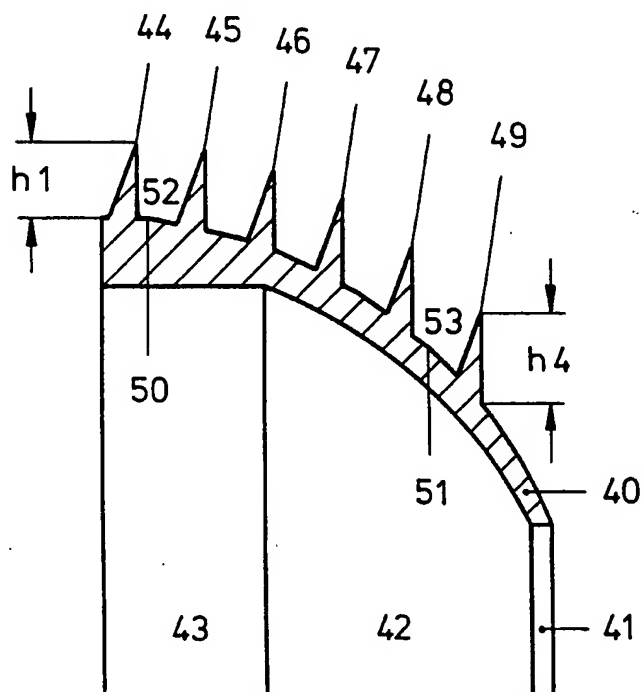


Fig. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 94/01551

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 A61F2/34 B23G1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 A61F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR,A,2 548 012 (ECOLE NATIONALE D'INGENIEURS DE SAINT-ETIENNE) 4 January 1985 see page 3, line 40 - page 4, line 23; figures 1,4,6 ---	1,5-7,10
A	EP,A,0 480 551 (HÖRMANSDÖRFER) 15 April 1992 cited in the application see the whole document -----	1,5-7,10

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 April 1995

Date of mailing of the international search report

13. 04. 95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Neumann, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No  
PCT/DE 94/01551

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A-2548012	04-01-85	NONE	
EP-A-0480551	15-04-92	DE-A- 4031926	16-04-92
		DE-U- 9112735	19-12-91
		JP-A- 4226650	17-08-92

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. des Aktenzeichen

PCT/DE 94/01551

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 A61F2/34 B23G1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 A61F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR,A,2 548 012 (ECOLE NATIONALE D'INGENIEURS DE SAINT-ETIENNE) 4. Januar 1985 siehe Seite 3, Zeile 40 - Seite 4, Zeile 23; Abbildungen 1,4,6 ---	1,5-7,10
A	EP,A,0 480 551 (HÖRMANSDÖRFER) 15. April 1992 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument -----	1,5-7,10

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. April 1995

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13. 04. 95

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Neumann, E

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Interns des Aktenzeichen

PCT/DE 94/01551

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR-A-2548012	04-01-85	KEINE	
EP-A-0480551	15-04-92	DE-A- 4031926	16-04-92
		DE-U- 9112735	19-12-91
		JP-A- 4226650	17-08-92